

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-321708

(43) 公開日 平成7年(1995)12月8日

(51) Int. Cl.⁴

H 0 4 B 1/707
1/713

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 J 13/ 00

D
E

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平6-117195

(22) 出願日 平成6年(1994)5月30日

(71) 出願人 000003562

株式会社テック

静岡県田方郡大仁町大仁570番地

(72) 発明者 牧野 将明

静岡県三島市南町6番78号 東京電気株式
会社技術研究所内

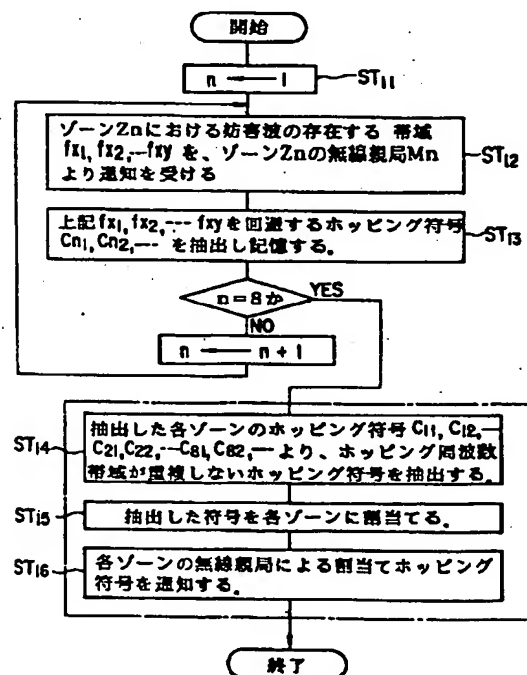
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 周波数ホッピング無線通信方法

(57) 【要約】

【目的】 妨害電波による通信品質の劣化や使用周波数帯域の衝突による通信品質の劣化を防止する。

【構成】 制御装置は各無線親局からキャリアセンスレベルCLを越える電界強度を検出した妨害波の存在する帯域番号 (f_{x1} , f_{x2} , ..., f_{xy}) を受信し、各ゾーンにおける帯域番号を回避するホッピング符号 C_{11} , ..., C_{21} , ..., C_{81} , ... を抽出し記憶する。そして抽出した各ゾーンのホッピング符号より、ホッピング周波数帯が重複しないホッピング符号を抽出する。こうして抽出した符号を各ゾーンに割り当てる。制御装置は、各無線親局に割り当てたホッピング符号を通知する。各無線親局は、各無線通信ゾーンにおいて割り当てられたホッピング符号で無線通信を開始する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の無線通信ゾーンのそれぞれにおいて、予め割当てた複数の周波数帯域のそれぞれの電界強度を順次監視して自局の無線通信ゾーンでの通信に影響を与える周波数帯域を記憶し、その後記憶した周波数帯域を避けるホッピング符号を抽出し、その抽出したホッピング符号から、各無線通信ゾーン間で同一の周波数帯域を使用することを回避するホッピング符号を選択して各無線通信ゾーンに割当ててことを特徴とする周波数ホッピング無線通信方法。

【請求項 2】 複数の無線通信ゾーンのそれぞれにおいて、予め割当てた複数の周波数帯域のそれぞれの電界強度を順次監視して自局の無線通信ゾーンでの通信に影響を与える周波数帯域を記憶し、その後記憶した周波数帯域を避けるホッピング符号を抽出し、その抽出したホッピング符号から、各無線通信ゾーンで使用するホッピング符号を割当てると共に、ある無線通信ゾーンで使用するホッピング符号を、その無線通信ゾーンと電波干渉の無い他の無線通信ゾーンに割当ててことを特徴とする周波数ホッピング無線通信方法。

【請求項 3】 複数の無線通信ゾーンのそれぞれにおいて、予め割当てた複数の周波数帯域のそれぞれの電界強度を順次監視して自局の無線通信ゾーンでの通信に影響を与える周波数帯域を記憶し、その後記憶した周波数帯域を避けるホッピング符号を抽出し、その抽出したホッピング符号内に各無線通信ゾーン間で同一の周波数帯を回避するホッピング符号が存在しない場合は、その抽出したホッピング符号から、互いに同一の周波数帯域を含むホッピング符号を選択し、その選択したホッピング符号を使用するゾーン間の距離が最も大きくなるようにその選択したホッピング符号を各無線通信ゾーンに割当ててことを特徴とする周波数ホッピング無線通信方法。

【請求項 4】 複数の無線通信ゾーンのそれぞれにおいて、予め割当てた複数の周波数帯域のそれぞれの電界強度を順次監視して自局の無線通信ゾーンでの通信に影響を与える周波数帯域を記憶し、その後記憶した周波数帯域を避けるホッピング符号を抽出し、その抽出したホッピング符号内に各無線通信ゾーン間で同一の周波数帯を回避するホッピング符号が存在しない場合は、その抽出したホッピング符号から、同一の周波数帯域の使用が最も少なくなるようなホッピング符号を選択して各無線通信ゾーンに割当ててことを特徴とする周波数ホッピング無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば周波数ホッピング方式のスペクトラム拡散無線通信システムに適用される周波数ホッピング無線通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 直接拡散方式のスペクトラム拡散無線通

2

信システムの通信方法としては、例えば特公昭 58-56290 号公報に示す方法が知られている。この方法は、ある無線サービスエリア内で使用されている拡散符号（コード）群を、そのエリアと電波干渉の問題がない他のエリアに割当てて繰り返し使用するようにしている。例えば、図 16 に示すように、エリア A1 内の無線ゾーン Z11~Z14 で使用している拡散符号群を、エリア A1 とは電波干渉が問題とならないほど遠方に離れたエリア A2 の無線ゾーン Z21~Z24 に割当てて使用するようになっている。

【0003】 また、周波数ホッピング方式のスペクトラム拡散通信システムの通信方法としては、例えば特開平 4-313926 号公報に示す方法が知られている。この方法は、図 17 に示すように、電波状況監視のための受信機 1a、1b を通信用の送受信機 2a、2b とは別に設けて常時電波状況を監視し、周波数状況が悪化した際には別の通信チャンネルに変更するというものである。

【0004】

20 【発明が解決しようとする課題】 特公昭 58-56290 号公報において、例えば無線ゾーン Z12~Z14 及び Z21~Z23 にはそれぞれ拡散符号 C12~C14 及び C21~C23 を割当て、無線ゾーン Z11 と Z24 には同一の拡散符号 C11 を割当てた場合を考える。

【0005】 同一の拡散符号を電波干渉の問題がない他のエリアに割当てるという考え方は、DS (Direct Sequence : 直接拡散) 方式のスペクトラム拡散通信でも FH (Frequency Hopping : 周波数ホッピング) 方式のスペクトラム拡散通信でも同様に用いることができる。

30 【0006】 例えば、拡散符号 C11 として周波数帯域が 6→19→23→27→6 と繰返すものを使用し、拡散符号 C12 として周波数帯域が 1→9→18→24→1 と繰返すものを使用し、拡散符号 C13 として周波数帯域が 7→11→25→28→7 と繰返すものを使用し、拡散符号 C14 として周波数帯域が 2→5→13→17→2 と繰返すものを使用し、拡散符号 C21 として周波数帯域が 12→16→21→26→12 と繰返すものを使用し、
40 拡散符号 C22 として周波数帯域が 3→8→14→22→3 と繰返すものを使用し、拡散符号 C23 として周波数帯域が 4→10→15→20→4 と繰返すものを使用する。

【0007】 これを図に示すと、図 18 に示すようになる。図中、使用周波数帯域は全て示してあるが、ある瞬間にはそれぞれのゾーンにおいて使用される周波数帯域は 1 つだけである。

【0008】 このような周波数の使用状況において、図に示すように各ゾーンに妨害電波が存在したとすると、ゾーン Z11 においては、ホッピング周波数帯域が 6、19、23、27 であるから妨害電波 D の存在する周波数帯域 4、13 を避けて通信ができるため、妨害電波の影

50

3

響を受けずに済む。これに対し、ゾーン Z24 においては、ゾーン Z11 と同じ拡散符号を用いているが、妨害電波の存在する周波数帯域は異なる。このため妨害電波 D が存在する周波数帯域 19 にホッピングしてきたときに妨害電波 D の影響を受け、通信品質が劣化する。

【0009】すなわち、特公昭 58-56290 号公報では、妨害電波があるか否か、また、妨害電波がある場合にどの周波数帯域に存在するか、といったことに一切関係無く拡散符号をゾーンに割当てていたために、妨害電波が存在する周波数帯域をあえて使用するような拡散符号を割当ててしまい、通信品質の劣化を招くという問題があった。

【0010】また、特開平 4-313926 号公報においては、複数の無線通信ゾーンが存在するシステムにおいては、互いの送出した電波が衝突するという問題が生じる場合がある。

【0011】例えば図 19 に示すように、ゾーン Z1 ~ Z3 の 3 つの無線通信ゾーンが存在し、ゾーン Z1, Z3 の電波状況監視時間中（ホッピング・タイムスロット 1）にたまたま割当て周波数 f2 の電波を送出しなかった場合、ゾーン Z1, Z3 の無線機は共に周波数 f2 が良好な周波数状況（空き）であると判定する。

【0012】このため、ゾーン Z1, Z3 の無線機は共にホッピング・タイムスロット 2 になって送信データが発生すると、電波の送信を開始してしまうため、ゾーン Z1 の無線機とゾーン Z3 の無線機で通信が衝突してしまい、正常な通信ができなくなるという問題が発生する。特に、図に示すように、ゾーン Z1 と Z3 で略同時に電波の送信を開始した場合はこのような通信の衝突を全く回避することができないという問題があった。

【0013】そこで本発明は、妨害電波による通信品質の劣化や使用周波数帯域の衝突による通信品質の劣化を防止できる周波数ホッピング無線通信方法を提供する。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項 1 対応の発明は、複数の無線通信ゾーンのそれぞれにおいて、予め割当てた複数の周波数帯域のそれぞれの電界強度を順次監視して自局の無線通信ゾーンでの通信に影響を与える周波数帯域を記憶し、その後記憶した周波数帯域を避けるホッピング符号を抽出し、その抽出したホッピング符号から、各無線通信ゾーン間で同一の周波数帯域を使用することを回避するホッピング符号を選択して各無線通信ゾーンに割当てることにある。

【0015】請求項 2 対応の発明は、複数の無線通信ゾーンのそれぞれにおいて、予め割当てた複数の周波数帯域のそれぞれの電界強度を順次監視して自局の無線通信ゾーンでの通信に影響を与える周波数帯域を記憶し、その後記憶した周波数帯域を避けるホッピング符号を抽出し、その抽出したホッピング符号から、各無線通信ゾーンで使用するホッピング符号を割当てると共に、ある無

4

線通信ゾーンで使用するホッピング符号を、その無線通信ゾーンと電波干渉の無い他の無線通信ゾーンに割当てることにある。

【0016】請求項 3 対応の発明は、複数の無線通信ゾーンのそれぞれにおいて、予め割当てた複数の周波数帯域のそれぞれの電界強度を順次監視して自局の無線通信ゾーンでの通信に影響を与える周波数帯域を記憶し、その後記憶した周波数帯域を避けるホッピング符号を抽出し、その抽出したホッピング符号内に各無線通信ゾーン間で同一の周波数帯を回避するホッピング符号が存在しない場合は、その抽出したホッピング符号から、互いに同一の周波数帯域を含むホッピング符号を選択し、その選択したホッピング符号を使用するゾーン間の距離が最も大きくなるようにその選択したホッピング符号を各無線通信ゾーンに割当てることにある。

【0017】請求項 4 対応の発明は、複数の無線通信ゾーンのそれぞれにおいて、予め割当てた複数の周波数帯域のそれぞれの電界強度を順次監視して自局の無線通信ゾーンでの通信に影響を与える周波数帯域を記憶し、その後記憶した周波数帯域を避けるホッピング符号を抽出し、その抽出したホッピング符号内に各無線通信ゾーン間で同一の周波数帯を回避するホッピング符号が存在しない場合は、その抽出したホッピング符号から、同一の周波数帯域の使用が最も少なくなるようなホッピング符号を選択して各無線通信ゾーンに割当てることにある。

【0018】

【作用】請求項 1 対応の発明においては、自局の通信に影響を与える妨害電波が存在する周波数帯域を使用して周波数ホッピングを行うのを回避し、そのうえ、各無線通信ゾーンで使用するホッピング周波数帯域は互いに重複しないように作用する。

【0019】請求項 2 対応の発明においては、自局の通信に影響を与える妨害電波が存在する周波数帯域を使用して周波数ホッピングを行うのを回避し、そのうえ、該当する無線通信ゾーンと電波干渉の問題が生じないほど遠くに離れた別の無線通信ゾーンに対して、該当する無線通信ゾーンと同一のホッピング符号を割当てるように作用する。従って、複数の無線通信ゾーンで同一のホッピング符号が用いられるが、それらの無線通信ゾーンは互いに電波干渉の問題がない距離だけ離れた状態となっている。

【0020】請求項 3 対応の発明においては、自局の通信に影響を与える妨害電波が存在する周波数帯域を使用して周波数ホッピングを行うのを回避するが、各無線通信ゾーンにそのような妨害電波を回避するホッピング符号を割当てると、ホップする無線周波数帯域が無線ゾーン間で重複する場合は、周波数帯域が重複するホッピング符号は、通信距離が最も遠くなるような無線通信ゾーンに割当てられるように作用する。

【0021】請求項 4 対応の発明においては、自局の通

5

信に影響を与える妨害電波が存在する周波数帯域を使用して周波数ホッピングを行うのを回避するが、各無線通信ゾーンにそのような妨害電波を回避するホッピング符号を割当てると、ホップする無線周波数帯域が無線ゾーン間で重複する場合は、重複する周波数帯域が最も少なくなるようなホッピング符号の組合わせを選択するように作用する。

【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【0023】第1実施例

図1は周波数ホッピング無線通信システムの構成を示す図で、図中Z1～Z8は無線通信ゾーンを示し、ゾーンZ5～Z8は建物の1階に、ゾーンZ1～Z4は建物の2階に形成している。

【0024】前記各無線通信ゾーンZ1～Z8には、それぞれ1台ずつの無線親局M1～M8が設置されている。これらの無線親局M1～M8は通信ケーブル200を介して制御装置100に接続している。

【0025】また、前記各無線通信ゾーンZ1～Z8には、前記各無線親局M1～M8とそれぞれ無線通信を行う6台の無線子局S11～S16、S21～S26、S31～S36、S41～S46、S51～S56、S61～S66、S71～S76、S81～S86が設置されている。

【0026】前記各無線親局M1～M8は前記制御装置100に対して通信ケーブル200を介して各種情報を提供し、また逆に、前記制御装置100は各無線親局M1～M8に対して通信ケーブル200を介して無線通信に関する指示を行うようになっている。

【0027】前記各無線親局M1～M8及び各無線子局S11～S16、S21～S26、S31～S36、S41～S46、S51～S56、S61～S66、S71～S76、S81～S86の回路構成は図2に示すようになっている。

【0028】すなわち、アンテナ1が受信した無線電波をデュプレクサ(DPX)2、RF(ラジオ周波数)増幅器3、バンドパスフィルタ4を介してミキサ5に入力している。

【0029】前記ミキサ5は局部発振器6からの周波数信号と受信信号を混合し、その混合した信号をバンドパスフィルタ7及びIF(中間周波数)増幅器8を介して検波器9及びキャリア検出器10にそれぞれ供給している。

【0030】前記検波器9は入力信号を検波し、その検波信号をローパスフィルタ11を介して2値化回路12に供給している。前記2値化回路12は入力信号を2値化して受信データRXDとして出力している。

【0031】前記キャリア検出器10は入力信号のキャリア検出を行い、その検出信号をA/D(アナログ/デ

6

ジタル)変換器13を介してデジタル信号に変換した後、制御回路14に供給している。

【0032】また、送信データTXDを変調器15で変調した後、IF増幅器16を介してミキサ17に入力している。前記ミキサ17は入力する送信信号を局部発振器18からの周波数信号と混合し、その混合した信号をバンドパスフィルタ19及びPW(パワー)増幅器20を介して前記デュプレクサ(DPX)2に供給し、そのデュプレクサ2からアンテナ1を介して無線送信するようになっている。

【0033】前記制御回路14は、メモリ14aに書き込まれた制御プログラムの指示により、前記局部発振器6並びに18の設定周波数を制御するようになっている。すなわち、前記各局部発振器6、18の設定周波数を変更することにより無線送受信周波数を変更することができる。この送受信周波数を拡散符号に従って時間と共に変化させることにより、周波数ホッピング方式の無線機が構成できる。

【0034】なお、21は有線通信のためのインターフェース回路であり、このインターフェース回路21は無線親局には必ず内蔵されるが、無線子局には必ずしも内蔵される必要はない。

【0035】前記制御回路14を制御する方法により、本発明を特徴づける制御が実現できる。例えば、今本システムで使用できる周波数帯域として、図3に示すように帯域幅fwで1～28の周波数帯域が割り当てられているとする。そしてこのシステム内で用いられる無線機は電界強度がCL以上の妨害電波Dが存在すると、自局の通信に影響を受ける(受信データに誤りを生じる。)ものとする。

【0036】受信電波の強度は、前記キャリア検出器10により受信電界強度を表わす電圧信号として得られ、これをA/D変換器13でデジタル信号に変換して制御回路14に入力する。

【0037】自局の通信に影響を受けるレベルCL(キャリアセンスレベル)は予めメモリ14aに記憶しておく。これにより制御回路14はキャリア検出器10の出力をキャリアセンスレベルCLと比較することにより、実際に通信を行う前にその周波数帯域で通信を行っても大丈夫か否かを判定する。

【0038】前記各無線親局M1～M8の制御回路14のメモリ14aには図4に示す流れずに基づく制御を行うプログラムが格納されている。

【0039】前記各無線親局M1～M8の制御回路14は、まず、ST1にて周波数帯域番号nを「1」に設定する。そしてST2にて周波数帯域番号n番の電界強度を測定する。電界強度がキャリアセンスレベルCLを越えていればST3にてそのときの帯域番号nをメモリ14aに記憶する。

【0040】以上の処理を周波数帯域番号nが28番に

7

なるまで繰り返し行い、周波数帯域番号 n が 28 番、すなわち全周波数帯域をチェックし終わると、ST4 にて自局が属する無線ゾーン番号 Z_m とキャリアセンスレベル CL を越える電界強度を検出した帯域番号 (f_{x1} , f_{x2} , ..., f_{xy}) を前記制御装置 100 へ通知する。

【0041】例えば図3に示す周波数の使用状況の場合、各無線通信ゾーン $Z1 \sim Z8$ におけるキャリアセンスレベル CL を越える周波数帯域は表1に示すようになる。

【0042】

【表1】

ゾーン名	CLを越える妨害がある帯域
ゾーンZ1	4, 13
ゾーンZ2	4, 13
ゾーンZ3	なし
ゾーンZ4	19
ゾーンZ5	4, 13
ゾーンZ6	なし
ゾーンZ7	19
ゾーンZ8	19

この状態で制御装置 100 からのホッピング符号の通知の受信に待機し、受信があれば ST5 にて使用する周波数ホッピング符号を受信したホッピング符号に設定する。

【0043】前記制御装置は、図5の流れ図に従って制御を行うようにプログラミングされている。まず、ST11にて無線親局番号 n を「1」に設定する。続いて ST12にて無線通信ゾーン Z_n における妨害波の存在する帯域番号 (f_{x1} , f_{x2} , ..., f_{xy}) を、ゾーン Z_n の無線親局 M_n より通知を受ける。

【0044】続いて ST13にて帯域番号 (f_{x1} , f_{x2} , *

ゾーン名	妨害波を回避するホッピング符号(拡散符号)
ゾーンZ1	C1, C2, C3, C5, C6, C7
ゾーンZ2	C1, C2, C3, C5, C6, C7
ゾーンZ3	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10
ゾーンZ4	C1, C2, C3, C4, C6, C7, C8
ゾーンZ5	C1, C2, C3, C5, C6, C7
ゾーンZ6	C1, C2, C3, C4, C5, C8, C7, C8, C9, C10
ゾーンZ7	C1, C2, C3, C4, C6, C7, C8
ゾーンZ8	C1, C2, C3, C4, C8, C7, C8

このようなホッピング符号の抽出を終えると、制御装置 100 は図5の流れ図の1点鎖線で囲まれた部分の処理に移行する。

【0049】すなわち、ST14にて抽出した各ゾーンのホッピング符号 $C11$, $C12$, ..., $C21$, $C22$, ..., $C81$, $C82$, ...より、ホッピング周波数帯が重複しないホッピング符号を抽出する。

【0050】上記表2から分かるようにホッピング符号

8

*... f_{xy}) を回避するホッピング符号 $Cn1$, $Cn2$, ...を抽出し記憶する。

【0045】以上の処理を無線親局番号 n が「8」になるまで繰り返し行う。こうしてすべての無線親局 $M1 \sim M8$ について妨害波の存在する帯域番号 (f_{x1} , f_{x2} , ..., f_{xy}) を回避するホッピング符号 $C11$, $C12$, ..., $C21$, $C22$, ..., $C81$, $C82$, ...が抽出されて記憶されることになる。

【0046】例えば、今、表2に示すように $C1 \sim C10$ の種類のホッピング符号の使用が可能であるとする。なお、表中の番号は周波数帯域番号を示し、例えば「16→21→26」とある場合は「26」の次は「16」に戻ることを示す。

【0047】

【表2】

C1	16→21→26
C2	1→9→24
C3	7→11→25
C4	2→13→17
C5	6→19→23
C6	3→8→22
C7	10→15→20
C8	4→14→18
C9	13→19→28
C10	4→13→19

この $C1 \sim C10$ のホッピング符号により、それぞれのゾーンにおいて妨害波の存在する周波数帯域を回避するホッピング符号を抽出すると表3に示すようになる。

【0048】

【表3】

$C5$, $C9$, $C10$ がいずれも周波数帯域「19」を使用しており重複する。よって、 $C9$ と $C10$ を排除すると、使用可能なホッピング符号は $C1 \sim C8$ となる。

【0051】ST15にて抽出した符号を各ゾーンに割り当てる。すなわち各ゾーンに対するホッピング符号の割り当ては表4に示すようになる。

【0052】

【表4】

9

ゾーン名	ホッピング符号
ゾーンZ1	C1
ゾーンZ2	C2
ゾーンZ3	C3
ゾーンZ4	C4
ゾーンZ5	C5
ゾーンZ6	C6
ゾーンZ7	C7
ゾーンZ8	C8

前記制御装置100は、ST16にて通信ケーブル200を介して各無線親局M1～M8に割り当てたホッピング符号を通知する。

【0053】この通知を受けた各無線親局M1～M8は各無線通信ゾーンZ1～Z8において割り当てられたホッピング符号で無線通信を開始することになる。通信が始まった後のスペクトラムの配置を示すと図6に示すようになる。但し、図6はホッピング周期1周期の時間よりも長い時間にわたってスペクトラムを観測した場合のスペクトラムである。

【0054】従って、例えば無線通信ゾーンZ1においては、周波数帯域番号「16」、「21」、「26」の信号が常時同時に送出される訳ではなく、ある瞬間には3つのうちのいずれか1つの帯域にのみ、電波が送出されていることを示す。

【0055】そして表2に示すホッピング符号のホッピング順序に従って使用周波数帯域を変化させる。

【0056】この方法によれば、各無線通信ゾーンZ1～Z8にそれぞれ存在する妨害電波をそれぞれ回避できると共に互いの無線通信ゾーン間では使用周波数帯域が重複すること無く通信を行うことができる。

【0057】従って、妨害波によって通信の伝送品質が劣化させないばかれか、システム内で互いに使用周波数帯域が衝突することによって通信の伝送品質が劣化することも防止できる。

【0058】前記制御装置100の制御方法を変えると第1実施例とは別の制御を実現することができる。

【0059】次に本発明の他の実施例を図面を参照して説明する。なお、周波数ホッピング無線通信システムは図1と同様であり、各無線親局及び各無線子局の構成も図2と同様である。

【0060】第2実施例

制御装置100は図5の流れ図に基づく制御に変えて図7～図9の流れ図に基づく制御を行う。

【0061】図7の流れ図は図5の流れ図の1点鎖線で囲まれた部分の制御以外は図5と同様である。

10

【0062】すなわち、すべての無線親局M1～M8について妨害波の存在する帯域番号(f_{x1} , f_{x2} , ..., f_{xy})を回避するホッピング符号C11, C12, ..., C21, C22, ..., C81, C82, ...を抽出し記憶すると、ST21にて抽出した各ゾーンのホッピング符号C11, C12, ..., C21, C22, ..., C81, C82, ...より、ホッピング周波数帯域が重複しないホッピング符号がゾーン数、すなわち8個だけあるかをチェックする。

【0063】そしてゾーン数あれば、続いてST22にて互いに電波干渉の問題のない通信ゾーンが存在するか否かをチェックする。そして互いに電波干渉の問題のない通信ゾーンが存在しなければ、このときは図8に示すように、図5の流れ図の1点鎖線で囲まれた部分の制御と同様の制御、すなわちST14, ST15, ST16の処理に基づく制御を行う。

【0064】また、ST21にてホッピング周波数帯域が重複しないホッピング符号がゾーン数無い場合及びST22にて互いに電波干渉の問題のない通信ゾーンが存在する場合は、図9の流れ図に基づく制御を行う。

【0065】すなわち、ST23にて互いに電波干渉の問題の無い通信ゾーンに抽出したホッピング符号を重複して割り当てる。そしてST24にて重複割り当てたホッピング符号を除いた残りのホッピング符号から残ったゾーンに対する割り当てを決定する。

【0066】最後にST25にて各ゾーンの無線親局に割り当てたホッピング符号を通知する。

【0067】例えば図3に示すような妨害電波Dが出されて、これに対して使用可能なホッピング符号が表5に示すように、C11～C71の7種類しか存在しないとすると、この場合はゾーン数の8個よりも少ないことになる。

【0068】

【表5】

C11	12→16→21→26
C21	1→9→18→24
C31	7→11→25→28
C41	2→5→13→17
C51	6→19→23→27
C61	3→8→14→22
C71	4→10→15→20

この場合、妨害波が出ている周波数帯域は表1と同じなので、各ゾーンにおける妨害波を回避するホッピング符号は表6に示すようになる。

【0069】

【表6】

ゾーン名	妨害波を回避するホッピング符号(拡散符号)
ゾーンZ1	C11, C21, C31, C51, C61
ゾーンZ2	C11, C21, C31, C51, C61
ゾーンZ3	C11, C21, C31, C41, C51, C61, C71
ゾーンZ4	C11, C21, C31, C41, C61, C71
ゾーンZ5	C11, C21, C31, C51, C61
ゾーンZ6	C11, C21, C31, C41, C51, C61, C71
ゾーンZ7	C11, C21, C31, C41, C61, C71
ゾーンZ8	C11, C21, C31, C41, C61, C71

制御装置100は、この表6のホッピング符号の抽出を終了すると、ST21のチェックを行う。ホッピング周波数帯域が重複しないホッピング符号が7つしかないの
で、この場合は図9の流れ図に基づく処理を行うことになる。

【0070】前記制御装置100は、各無線通信ゾーンZ1～Z8の配置、それぞれの無線通信ゾーン間の距離、各無線通信ゾーンの無線機(無線親局及び無線子局)がどこまでの範囲で電波干渉を及ぼし得るか等の情報を予め記憶している。

【0071】図1の場合は、ゾーンZ1とZ8並びにゾーンZ4とZ5は最も距離が離れており、これらの間であればそれぞれ同一の周波数の電波を使用して通信を行っても互いのゾーン内の通信に影響を及ぼさないという情報が制御装置100に記憶されているものとする。このような情報はシステムの運用を開始する以前に事前調査を行うことにより制御装置100に記憶させることができる。

【0072】ゾーンZ1とZ8並びにゾーンZ4とZ5はそれぞれ同じ周波数を割り当てても電波干渉の心配をしなくてもよいので、例えばゾーンZ1とZ8に同じ周波数を割り当てるとする。各ゾーンへのホッピング符号の割り当ては表7に示すようになる。

【0073】

【表7】

ゾーン名	ホッピング符号
ゾーンZ1	C11
ゾーンZ2	C21
ゾーンZ3	C31
ゾーンZ4	C41
ゾーンZ5	C51
ゾーンZ6	C61
ゾーンZ7	C71
ゾーンZ8	C11

前記制御装置100は、通信ケーブル200を介して表7の割り当てを各無線親局M1～M8に通知し、各無線親局M1～M8はそれぞれゾーンZ1～Z8でホッピングを開始し通信を開始する。

【0074】通信が始まった後のスペクトラムの配置を示すと図12に示すようになる。すなわち、この場合も各ゾーンそれぞれに存在する妨害電波Dをそれぞれ回避

している。

【0075】従って、このような制御を行っても妨害波によって通信の伝送品質が劣化するのを防止できる。また、ゾーンZ1とZ8では同一のホッピング符号を用いているため、使用周波数帯域は重複するが、ゾーンZ1とZ8は互いに電波干渉を及ぼさないほど遠く離れているため、互いの通信に影響を及ぼして通信品質を劣化させることはない。

【0076】このように本実施例においても第1実施例と同様の効果が得られる。

【0077】第3実施例

制御装置100は図7、図8及び図10の流れ図に基づく制御を行う。すなわち、ST21にてホッピング周波数帯域が重複しないホッピング符号がゾーン数無い場合及びST22にて互いに電波干渉の問題のない通信ゾーンが存在する場合は、図10の流れ図に基づく制御を行う。

【0078】これはST31にて抽出した各ゾーンのホッピング符号C11, C12, ..., C21, C22, ..., C81, C82, ...より、ホッピング周波数帯域が重複する符号は、ゾーン間の距離が最も大きくなる無線通信ゾーンに割り当てる。

【0079】続いてST32にて抽出した各ゾーンのホッピング符号より、割り当て済みの符号を除いたホッピング周波数帯域が重複しない符号を残りの各無線通信ゾーンに割り当てる。そしてST33にて各ゾーンの無線親局に割り当てホッピング符号を通知する。

【0080】例えば、各無線通信ゾーンZ1～Z8に図13に示すような妨害電波Dが出されているとする。これに対し、システムでの使用可能なホッピング符号が表8に示すC12～C82の8種類しか存在しないとする。

【0081】

【表8】

C12	16→18→21
C22	1→9→24
C32	7→11→25
C42	2→13→17
C52	6→19→23
C62	3→8→22
C72	10→15→20
C82	4→14→18

これに対し、妨害波が出ている周波数帯域は各ゾーンに
 おいて表 9 に示すようになっているので、各ゾーンにお
 ける妨害波を回避するホッピング符号は表 10 に示すよ

ゾーン名	CL を越える妨害がある帯域
ゾーン Z 1	4, 5, 12, 13, 26, 27, 28
ゾーン Z 2	4, 5, 12, 13, 26, 27, 28
ゾーン Z 3	5, 12, 26, 27, 28
ゾーン Z 4	5, 12, 19, 26, 27, 28
ゾーン Z 5	4, 5, 12, 13, 26, 27, 28
ゾーン Z 6	5, 12, 26, 27, 28
ゾーン Z 7	5, 12, 19, 26, 27, 28
ゾーン Z 8	5, 12, 19, 26, 27, 28

【表 10】

ゾーン名	妨害波を回避するホッピング符号 (拡散符号)
ゾーン Z 1	C12, C22, C32, C52, C62, C72
ゾーン Z 2	C12, C22, C32, C52, C62, C72
ゾーン Z 3	C12, C22, C32, C42, C52, C62, C72, C82
ゾーン Z 4	C12, C22, C32, C42, C62, C72, C82
ゾーン Z 5	C12, C22, C32, C52, C62, C72
ゾーン Z 6	C12, C22, C32, C42, C52, C62, C72, C82
ゾーン Z 7	C12, C22, C32, C42, C62, C72, C82
ゾーン Z 8	C12, C22, C32, C42, C62, C72, C82

表 10 の内容の抽出を終えると、制御装置 100 は図 10 の流れ図に基づく処理を行う。制御装置 100 にはゾーン Z 1 と Z 8 並びにゾーン Z 4 と Z 5 のそれぞれの間では電波干渉の心配がないという情報が記憶されている。

【0083】例えばゾーン Z 1 と Z 8 のホッピング周波数帯域が重複するとすると、各ゾーンへのホッピング符号の割り当ては表 11 に示すようになる。

【0084】

【表 11】

ゾーン名	ホッピング符号
ゾーン Z 1	C12
ゾーン Z 2	C22
ゾーン Z 3	C32
ゾーン Z 4	C42
ゾーン Z 5	C52
ゾーン Z 6	C62
ゾーン Z 7	C72
ゾーン Z 8	C82

制御装置 100 は、通信ケーブル 200 を介してこのホッピング符号の割り当てを各無線親局 M1 ~ M8 に通知し、各無線親局 M1 ~ M8 はそれぞれゾーン Z 1 ~ Z 8 でホッピングを開始し通信を開始する。

【0085】通信が始まった後のスペクトラムの配置を示すと図 14 に示すようになる。すなわち、この場合も

うになる。
 【0082】
 【表 9】

各ゾーンそれぞれに存在する妨害電波 D をそれぞれ回避している。

【0086】従って、このような制御を行っても妨害波によって通信の伝送品質が劣化するのを防止できる。また、ゾーン Z 1 ではホッピング符号 C12 を、ゾーン Z 8 ではホッピング符号 C82 を使用しているため、図 14 から明らかなように、使用周波数帯域が帯域番号「18」で重複する。しかし、ゾーン Z 1 と Z 8 は互いに電波干渉を及ぼさないほど遠く離れているため、互いの通信に影響を及ぼして通信品質を劣化させることはない。

【0087】このように本実施例においても第 1 実施例と同様の効果が得られる。

【0088】第 4 実施例

制御装置 100 は図 7、図 8 及び図 11 の流れ図に基づく制御を行う。すなわち、ST21 にてホッピング周波数帯域が重複しないホッピング符号がゾーン数無い場合及び ST22 にて互いに電波干渉の問題のない通信ゾーンが存在する場合は、図 11 の流れ図に基づく制御を行う。

【0089】これは ST41 にて抽出した各ゾーンのホッピング符号 C11, C12, ..., C21, C22, ..., C81, C82, ... のうちから、ホッピング周波数帯域の重複が最も少なくなるホッピング符号 8 つを抽出する。

【0090】そして ST42 にて抽出したホッピング符号を各ゾーンの無線親局に通知する。

15

【0091】例えば、各無線通信ゾーンZ1～Z8に図13に示すような妨害電波Dが出されているとする。これに対し、システムでの使用可能なホッピング符号が表12に示すC12～C102の10種類が存在しているとする。

【0092】

【表12】

C12	16→18→21
C22	1→9→24
C32	7→11→25
C42	2→13→17
C52	6→19→23
C62	3→8→22
C72	10→15→20
C82	4→14→18
C92	1→2→13
C102	1→16→18

ゾーン名	妨害波を回避するホッピング符号(拡散符号)
ゾーンZ1	C12, C22, C32, C52, C62, C72, C102
ゾーンZ2	C12, C22, C32, C52, C62, C72, C102
ゾーンZ3	C12, C22, C32, C42, C52, C62, C72, C82, C92, C102
ゾーンZ4	C12, C22, C32, C42, C62, C72, C82, C92, C102
ゾーンZ5	C12, C22, C32, C52, C62, C72, C102
ゾーンZ6	C12, C22, C32, C42, C52, C62, C72, C82, C92, C102
ゾーンZ7	C12, C22, C32, C42, C62, C72, C82, C92, C102
ゾーンZ8	C12, C22, C32, C42, C62, C72, C82, C92, C102

表13の内容の抽出を終えると、制御装置100は図11の流れ図に基づく処理を行う。すなわち、各無線通信ゾーンにホッピング符号を割り当てようとすると、それぞれのホッピング符号間で使用する周波数帯域の一部が重複せざるを得ない。

【0094】ホッピング符号と使用周波数の重複の関係を示すと、表12から以下になる。

(a) 使用周波数帯域の重複がないホッピング符号の組み合わせ

C32, C52, C62, C72

(b) 使用周波数帯域が一部重複するホッピング符号の組み合わせ

周波数帯域番号「1」が重複する組み合わせ：C22, C92, C102

周波数帯域番号「2」が重複する組み合わせ：C42, C92

周波数帯域番号「13」が重複する組み合わせ：C42, C92

周波数帯域番号「16」が重複する組み合わせ：C12,

16

これに対して妨害波が出ている周波数帯域は前述した表9に示すようになっているので、各ゾーンにおける妨害波を回避するホッピング符号は表13に示すようになる。

【0093】

【表13】

C102
周波数帯域番号「18」が重複する組み合わせ：C12, C82, C102

上記(a)の4種類のホッピング符号は使用周波数帯域に重複がないため、同時に使用可能である。無線通信ゾーンは全部で8ゾーンあるので、残りの4種類のホッピング符号を上記(b)の中から抽出する必要がある。

【0095】上記(b)のうち、C12とC22とC42の組み合わせでは、互いの使用周波数帯域で重複する部分は皆無である。よって、残りの4種類のホッピング符号のうち、C12, C22, C42の3つを抽出し、残る1つはこれらのホッピング符号との周波数帯域の重複が最も少ない符号を抽出する。

【0096】ここでC42とC92は周波数帯域番号「2」と「13」で、C12とC102は周波数帯域番号「16」と「18」で、それぞれ2つの周波数帯域と重複する。これに対し、C22とC92とC102の組み合わせ並びにC12とC82とC102の組み合わせは、共に1つの周波数帯域でのみ重複する。

50

17

【0097】従って、残る1つのホッピング符号は、2つの周波数帯域で重複するC92、C102ではなく、これらより重複する周波数帯域が少ないC82を抽出する。

【0098】よって、使用するホッピング符号は以下の通りとなる。

C32、C52、C62、C72、C12、C22、C42、C82

ここで、各ゾーンに割り当てられるホッピング符号は前述した表13の条件も同時に備えていなくてはならない。従って、各ゾーンへのホッピング符号の割り当ては例えば前述した表11と同様になる。但し、この場合は、C12とC82が最も離れたゾーンで使用されるように配置しなければならないという条件は不要となる。よって、例えば表14に示すように、C82がゾーンZ7に、C72がゾーンZ8に割り当てられてもよい。

【0099】

【表14】

ゾーン名	ホッピング符号
ゾーンZ1	C12
ゾーンZ2	C22
ゾーンZ3	C32
ゾーンZ4	C42
ゾーンZ5	C52
ゾーンZ6	C62
ゾーンZ7	C82
ゾーンZ8	C72

制御装置100は、通信ケーブル200を介して表11もしくは表14の割り当てを各無線親局M1～M8に通知し、各ゾーンZ1～Z8でホッピングを開始し、通信が始まる。通信が始まった後のスペクトラムの配置は、表11による符号割り当ての場合は、図14と同じになり、また、表14による符号割り当ての場合は、図15に示すようになる。すなわち、この場合も各ゾーンそれぞれに存在する妨害電波Dをそれぞれ回避している。

【0100】従って、このような制御を行っても妨害電波によって通信の伝送品質が劣化するのを防止できる。また、使用するホッピング符号間で使用周波数帯域が重複する場合は、重複する周波数帯域が最も少なくなるホッピング符号の組み合わせを選択しているため、互いの通信に影響を及ぼして通信品質を劣化させることはない。

【0101】このように本実施例においても第1実施例と同様の効果が得られる。

【0102】なお、前記各実施例では、無線通信ゾーンをZ1～Z8の8個の場合について述べたが必ずしもこれに限定するものではなく、8個よりも多くても少なくともよい。また、ホッピング符号の種類、ホッピングする周波数帯域の数、システムに割り当てられる周波数の幅、無線親局の数等も前記各実施例のものに限定するものではない。

18

【0103】また、前記各実施例では、各ゾーンの無線親局が予め割り当てられた周波数帯域の電界強度を順次監視し自局の無線通信ゾーンで通信に影響を与える周波数帯域を検出する動作を通信に先立って行うようにしたが必ずしもこれに限定するものではなく、例えばデータ通信中に一時通信を中断してこのような通信に影響を与える周波数帯域の検出動作を行うものであってもよい。

【0104】

【発明の効果】以上、本発明によれば、妨害電波による通信品質の劣化や使用周波数帯域の衝突による通信品質の劣化を防止できる周波数ホッピング無線通信方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す周波数ホッピング無線通信システムの構成を示すブロック図。

【図2】同実施例における無線親局及び無線子局の構成を示すブロック図。

【図3】同実施例の各ゾーンにおける妨害電波の存在する周波数帯域の一例を示す図。

【図4】同実施例の無線親局の制御を示す流れ図。

【図5】同実施例の制御装置の制御を示す流れ図。

【図6】同実施例における通信開始後のスペクトラム配置を示す図。

【図7】本発明の第2実施例における制御装置の制御の一部を示す流れ図。

【図8】同実施例における制御装置の制御の一部を示す流れ図。

【図9】同実施例における制御装置の制御の一部を示す流れ図。

【図10】本発明の第3実施例における制御装置の制御の一部を示す流れ図。

【図11】本発明の第4実施例における制御装置の制御の一部を示す流れ図。

【図12】本発明の第2実施例における通信開始後のスペクトラム配置を示す図。

【図13】本発明の第3実施例の各ゾーンにおける妨害電波の存在する周波数帯域の一例を示す図。

【図14】本発明の第3実施例における通信開始後のスペクトラム配置を示す図。

【図15】本発明の第4実施例における通信開始後のスペクトラム配置を示す図。

【図16】第1従来例におけるゾーン構成と拡散符号の割り当てを説明するための図。

【図17】第2従来例を示すブロック図。

【図18】第1従来例における拡散符号の割り当て方法を用いて各ゾーンにホッピング符号を割り当てた場合の周波数配置例を示す図。

【図19】第2従来例における拡散符号の割り当て方法を用いて各ゾーンにホッピング符号を割り当てた場合の周波数配置例を示す図。

【符号の説明】

Z1～Z8…無線通信ゾーン

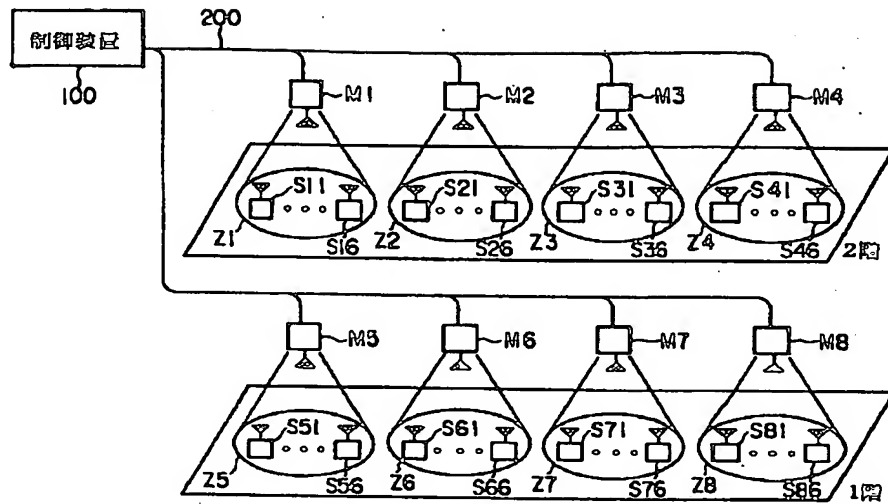
M1～M8…無線親局

*100…制御装置

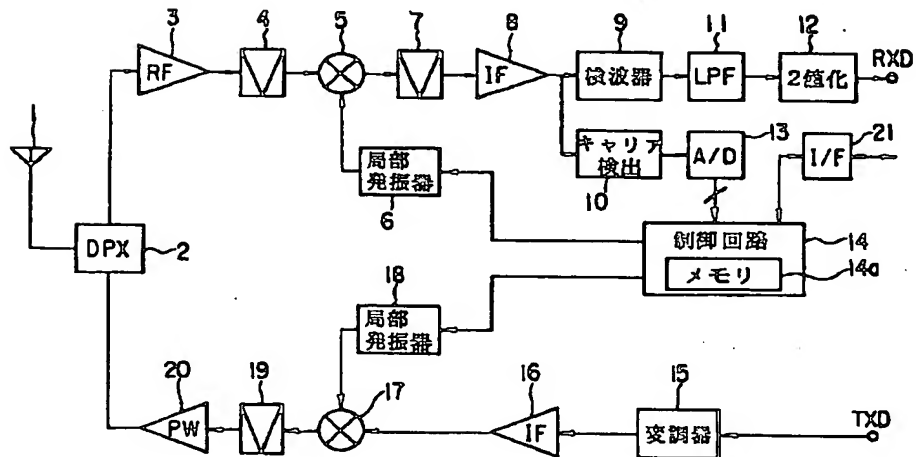
14…制御回路

* 14a…メモリ

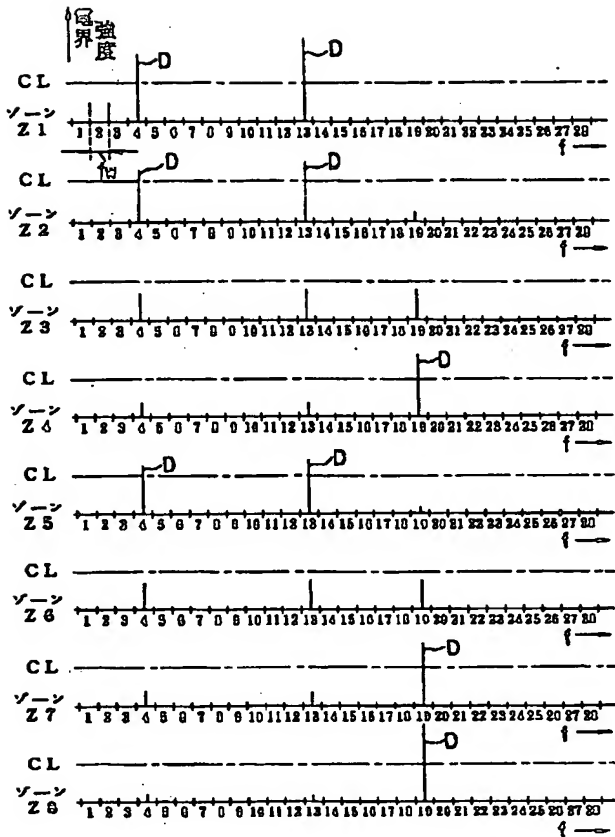
【図1】



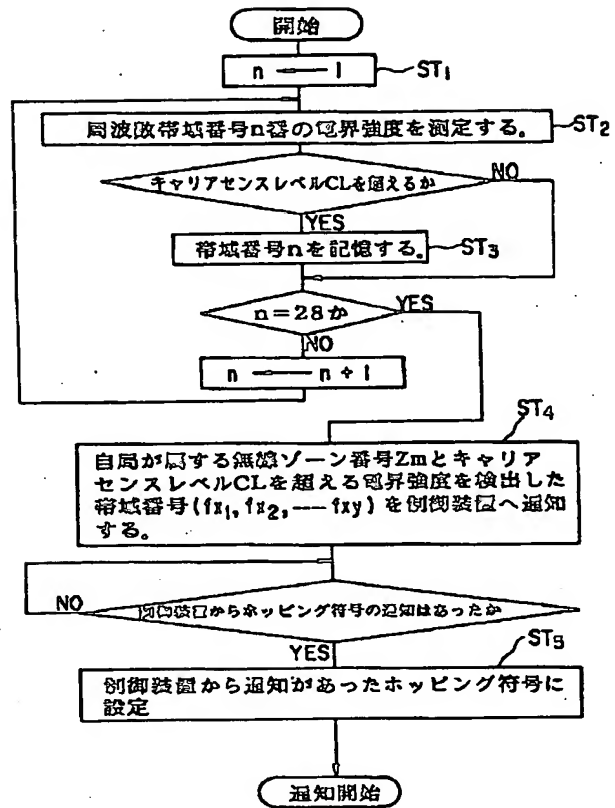
【図2】



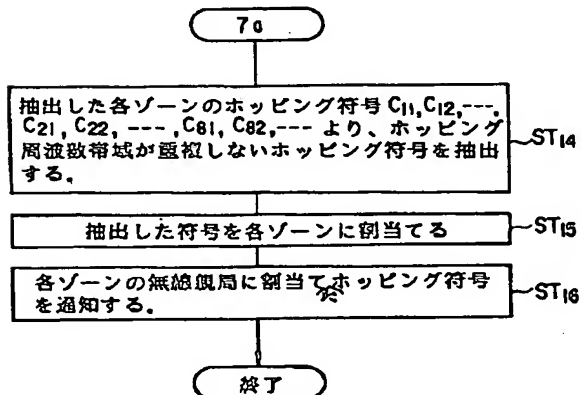
【図3】



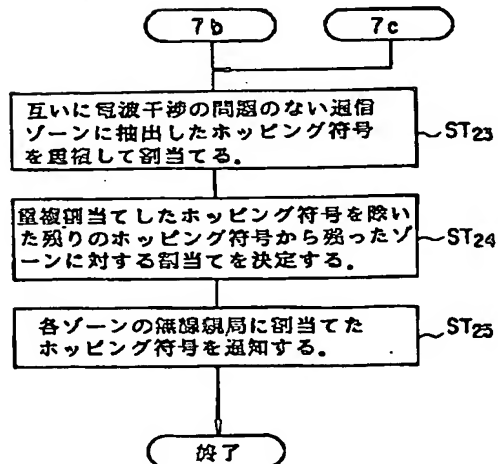
【図4】



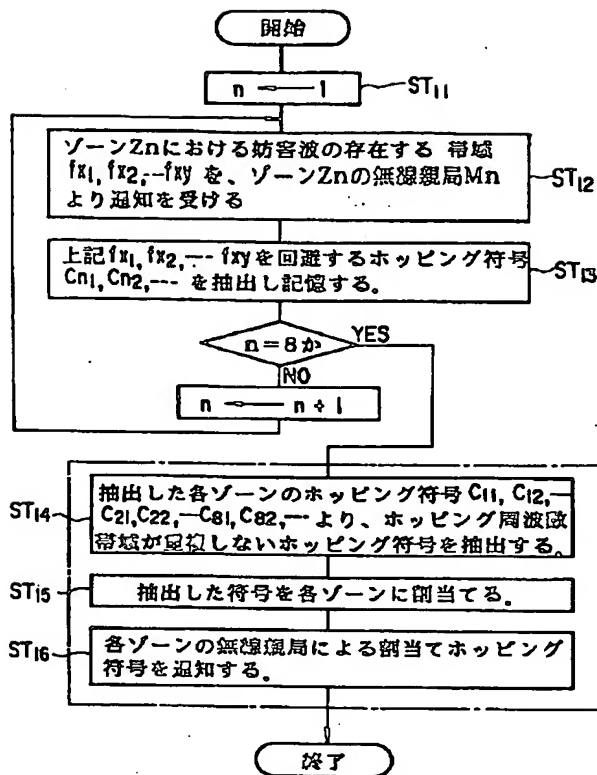
【図8】



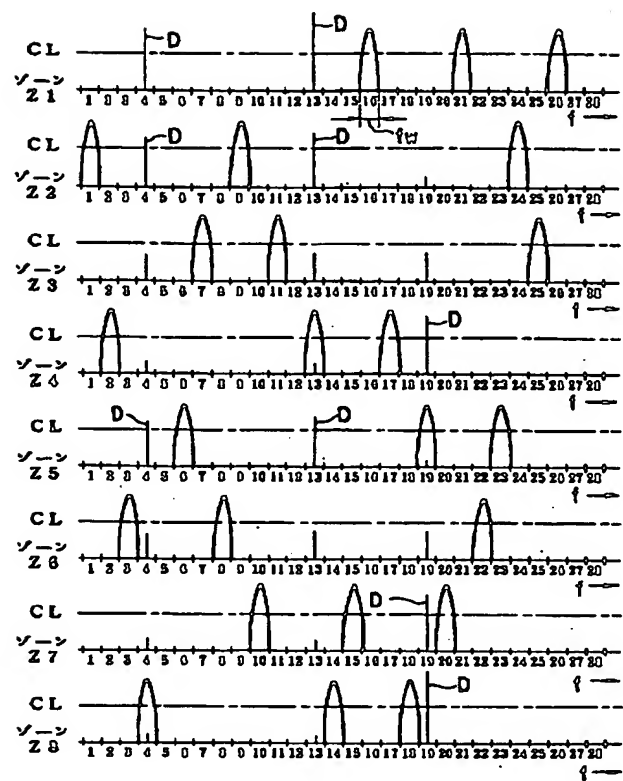
【図9】



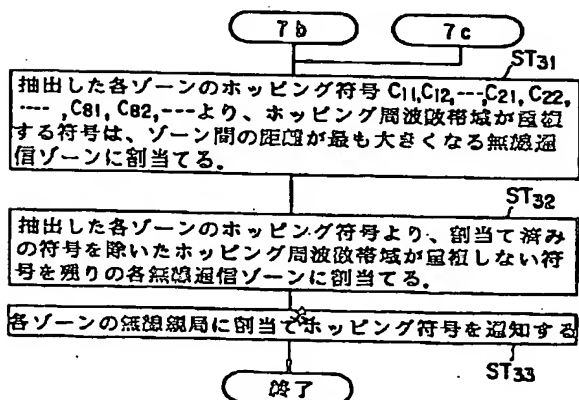
【図5】



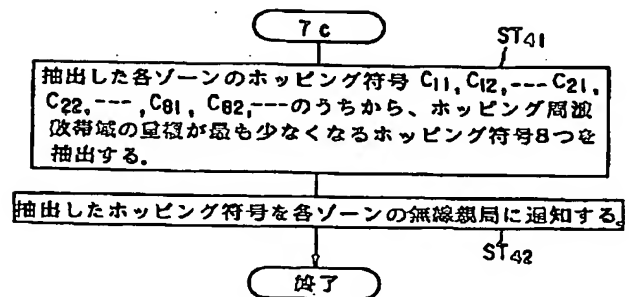
【図6】



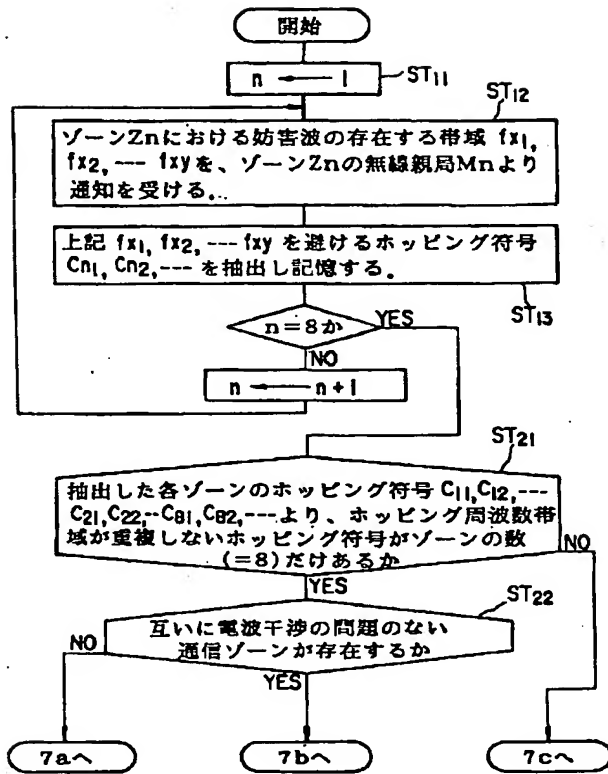
【図10】



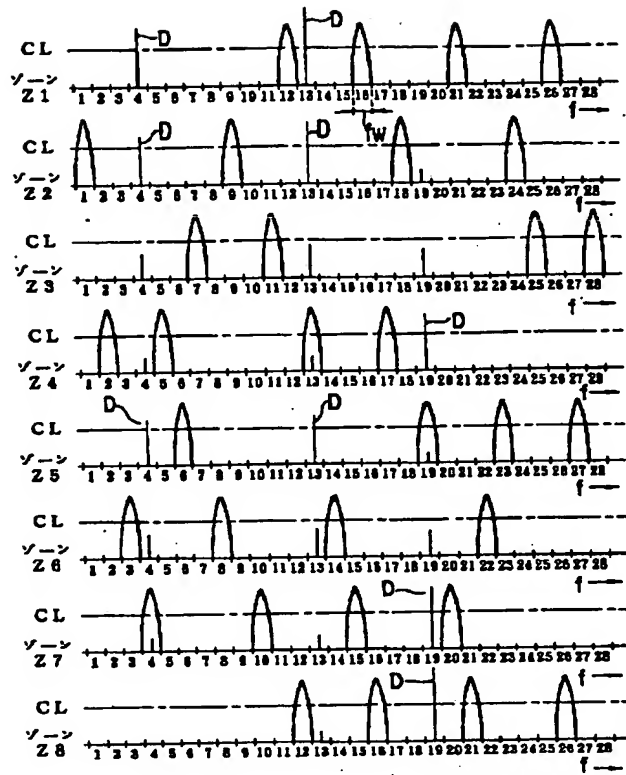
【図11】



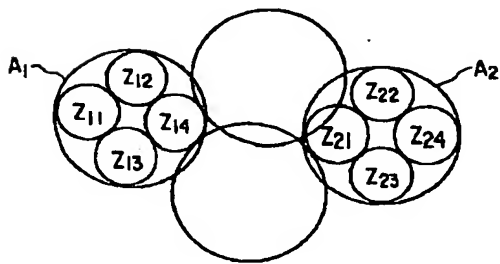
【図7】



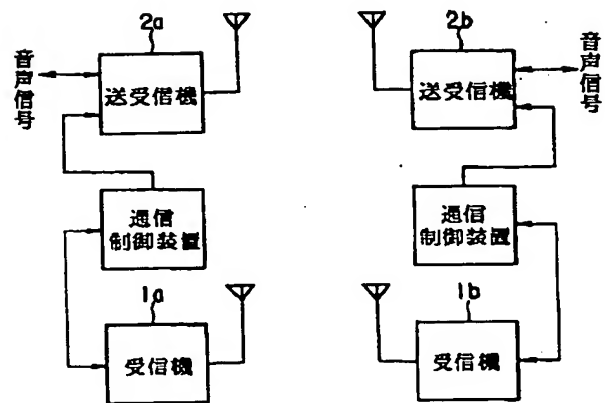
【図12】



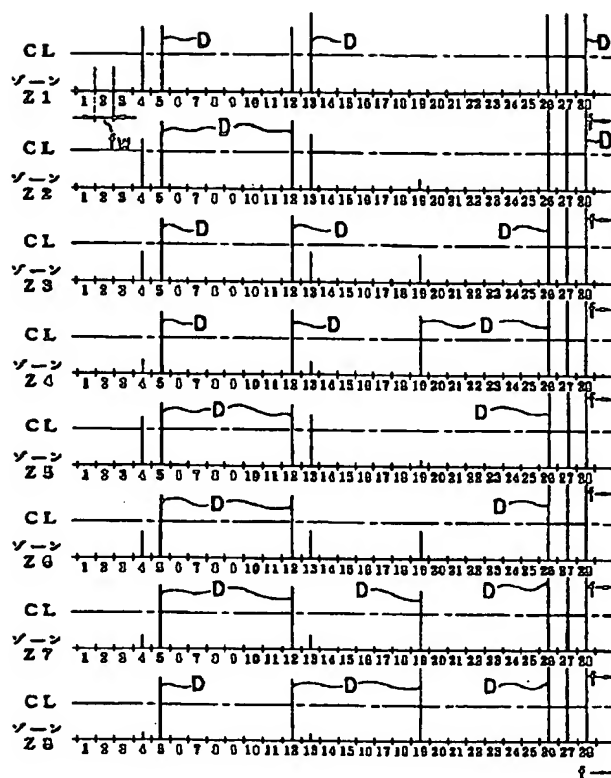
【図16】



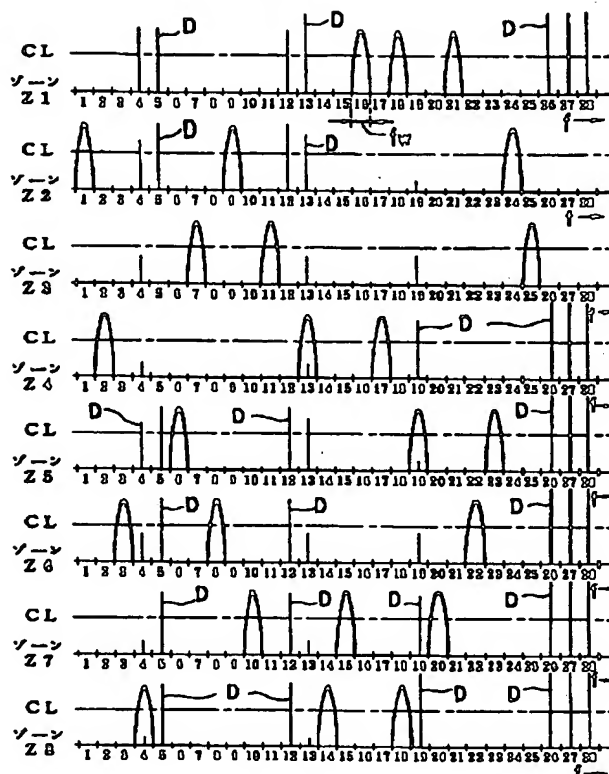
【図17】



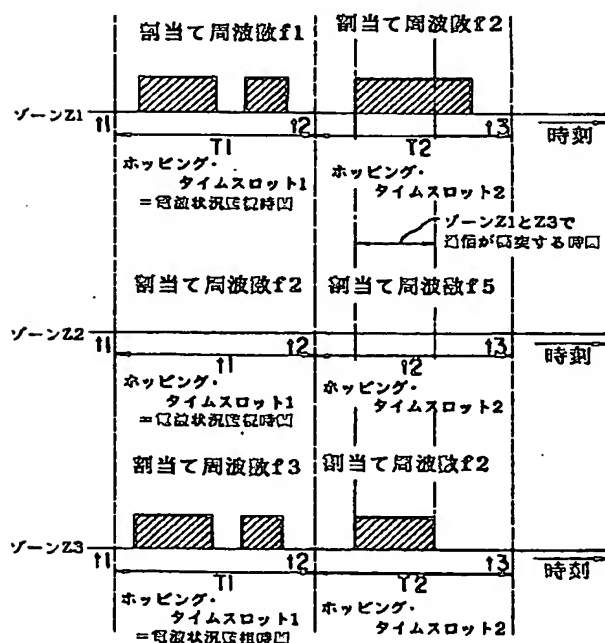
【図13】



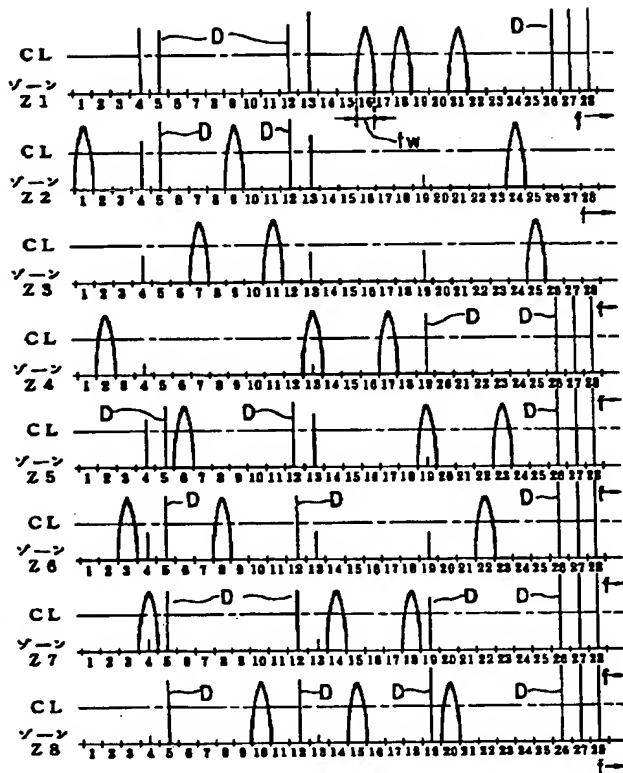
【図14】



【図19】



【図15】



【図18】

